



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3637 820 A 1**

⑤① Int. Cl. 4:
B 60 K 23/04
B 60 K 41/00

②① Aktenzeichen: P 36 37 820.8
②② Anmeldetag: 6. 11. 86
②③ Offenlegungstag: 14. 5. 87

Patentamt

DE 3637 820 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
08.11.85 JP P 60-250423

⑦① Anmelder:
Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

⑦④ Vertreter:
ter Meer, N., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Müller, F.,
Dipl.-Ing., 8000 München; Steinmeister, H.,
Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4800 Bielefeld

⑦② Erfinder:
Torii, Shunji, Yokohama, Kanagawa, JP; Ozaki,
Kiyotaka, Yokosuka, Kanagawa, JP; Owada,
Masatsugu, Yokohama, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Schlupfbegrenzung bei einem Kraftfahrzeug-Differentialgetriebe

Bei einem Kraftfahrzeug-Differentialgetriebe mit Schlupfbegrenzung wird die Schlupfbegrenzung in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Fahrzeugs gesteuert. Das Fahrzeug ist ferner mit einem variablen Federungssystem ausgerüstet, und bei der Steuerung der Schlupfbegrenzung wird der jeweilige Zustand des Federungssystems berücksichtigt.

DE 3637 820 A 1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Schlupfbegrenzung bei einem Kraftfahrzeug-Differentialgetriebe mit einer Schlupfbegrenzungseinrichtung, durch die ein schlupfbegrenzendes Drehmoment, zur Beeinflussung der Aufteilung des Antriebsdrehmoments auf die linken und rechten Räder des Fahrzeugs erzeugt wird, bei welchem Verfahren das schlupfbegrenzende Drehmoment in Abhängigkeit von Fahrbedingungen des Fahrzeugs gesteuert wird, gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte:

- Überwachen vorgewählter Steuerparameter für die Steuerung des Differentialgetriebes und Erzeugen eines für die abgetasteten Parameter repräsentativen ersten Signals (v, a),
- Abtasten des Betriebszustands eines variablen Federungssystems des Fahrzeugs und Erzeugen eines für den Betriebszustand des Federungssystems repräsentativen zweiten Signals (s),
- Auswählen einer von mehreren vorgegebenen Steuercharakteristiken (M_1, M_2) anhand des zweiten Signals und
- Erzeugen eines Steuersignals für die Schlupfbegrenzungseinrichtung anhand des ersten Signals und der ausgewählten Steuercharakteristik.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als vorgewählte Steuerparameter die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Stellung des Gaspedals überwacht werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei verschiedene Steuercharakteristiken für einen weichen Zustand und einen harten Zustand des Federungssystems vorgesehen sind und daß bei weichem Federungszustand ein kleineres schlupfbegrenzendes Drehmoment als bei hartem Federungszustand eingestellt wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einer in der Differentialgetriebeeinheit (10) ausgebildeten Schlupfbegrenzungseinrichtung (104, 104') zur Erzeugung des schlupfbegrenzenden Drehmoments, dadurch gekennzeichnet, daß erste Sensormittel (214, 216) zur Abtastung des Fahrzeugs und zur Erzeugung des ersten Signals (v, a) vorgesehen sind, daß ein zweiter Sensor zur Überwachung des Betriebszustands eines Federungssystems (304, 306) mit einstellbarer Federungscharakteristik und zur Erzeugung des zweiten Signals (s) vorgesehen ist und daß die Schlupfbegrenzungseinrichtung durch ein Steuersignal einer Steuereinrichtung (20) ansteuerbar ist, die anhand des zweiten Signals (s) eine von mehreren Steuercharakteristiken zur Bestimmung der Abhängigkeit des Steuersignals von dem ersten Signal (a, v) auswählt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Federungssystem (304, 306) zwischen einer weichen Federungscharakteristik und einer harten Federungscharakteristik umschaltbar ist und daß das durch die Steuereinheit (20) eingestellte schlupfbegrenzende Drehmoment bei weicher Federungscharakteristik kleiner ist als bei harter Federungscharakteristik.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlupfbegrenzungseinrichtung eine hydraulische Kupplung (104, 104') mit einstellbarem Eingriffsdruck und ein zugehöriges hydraulisches Stellglied zur Einstellung des Eingriffsdruckes der Kupplung aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Kupplung eine erste Kupplung (104) zwischen einer Eingangswelle (129) der Differentialgetriebeeinheit (10) und einer ersten Ausgangswelle (130) der Differentialgetriebeeinheit und eine zweite Kupplung (104') zwischen der Eingangswelle (129) und einer zweiten Ausgangswelle (132) der Differentialgetriebeeinheit aufweist und daß die ersten und zweiten Kupplungen jeweils durch das hydraulische Stellglied betätigbar sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das hydraulische Stellglied einen Kolben (156) zur Ausübung eines Eingriffsdruckes auf die ersten und zweiten Kupplungen und ein Ventil (186) zur Einstellung des den Kolben (156) beaufschlagenden Hydraulikdruckes entsprechend dem Steuersignal aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (186) an eine Druckquelle angeschlossen ist, die eine durch die Steuereinrichtung (20) gesteuerte Pumpe (176) aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (176) nur bei vorgegebenen Fahrzuständen des Fahrzeugs angetrieben wird, in denen eine Differentialwirkung der Differentialgetriebeeinheit (10) erforderlich ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Sensor (214) die Fahrzeuggeschwindigkeit überwacht und ein für die Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentatives Signal (v) erzeugt, und daß die Steuereinrichtung (20) das Steuersignal in Abhängigkeit von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssignal bildet.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensormittel einen Sensor (216) zur Abtastung der Stellung des Gaspedals und zur Erzeugung eines für die Gaspedalstellung repräsentativen Signals (a) umfassen und daß das von der Steuereinrichtung (20) erzeugte Steuersignal sowohl von der Fahrzeuggeschwindigkeit als auch von der Stellung des Gaspedals abhängig ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Schlupfbegrenzung eines Kraftfahrzeug-Differentialgetriebes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Es sind Kraftfahrzeug-Differentialgetriebeeinheiten bekannt, die eine Begrenzung des Schlupfes des jeweils angetriebenen Rades ermöglichen. Derartige Differentialgetriebeeinheiten mit Schlupfbegrenzung werden beispielsweise beschrieben in der Veröffentlichung "Jidosha Kogaku Zensho" Band Nr. 9, "Power Train Device", Seiten 321 bis 324, veröffentlicht am 15. November 1980 durch Kabushiki Kaisha Sankaido.

Derartige herkömmliche Differentialgetriebeeinheiten mit Schlupfbegrenzung weisen einen Schlupfbegrenzungsmechanismus mit einer Mehrplatten-Reibungskupplung auf. Die Reibungskupplung ist zwischen

dem Differentialkorb und einem Abtriebszahnrad des Differentialgetriebes angeordnet. Eine Axialkraft für den Kupplungseingriff wird in Abhängigkeit vom Antriebsdrehmoment durch einen an der Zwischenwelle des Differentialgetriebes angeordneten Nockenmechanismus erzeugt. Durch den Schlupfbegrenzungsmechanismus wird auf diese Weise ein von der Eingriffskraft der Kupplung abhängiges schlupfbegrenzendes Drehmoment erzeugt. Schlupfbegrenzungsmechanismen dieser Art sind als sogenannte "drehmomentproportionale Schlupfbegrenzungseinrichtungen" bekannt.

Andererseits sind Radaufhängungs- oder Federungssysteme für Fahrzeuge vorgeschlagen worden, bei denen das Aufhängungsoder Federungsverhalten, beispielsweise die Dämpfungscharakteristik einstellbar ist. Eine derartige Fahrzeugaufhängung mit einstellbarer Federungscharakteristik wird beispielsweise beschrieben in der Veröffentlichung "Jidosha Kogaku" Band 33 Nr. 10, Seiten 38 bis 55, veröffentlicht am 1. Oktober 1984 durch Kabushiki Kaisha Tetsudo Nihonsha. In dem dort beschriebenen Aufhängungssystem werden Stoßdämpfer mit variabler Dämpfungskraft verwendet, so daß die Dämpfungscharakteristik in Abhängigkeit vom Fahrzustand des Fahrzeugs oder dergleichen einstellbar ist. Auf diese Weise kann ein hoher Fahrkomfort und zugleich eine hohe Steuerstabilität des Fahrzeugs erreicht werden. Im allgemeinen wird im Stadtverkehr eine weichere Dämpfungscharakteristik zur Verbesserung des Fahrkomforts gewählt, während eine härtere Dämpfungscharakteristik zur Steigerung der Stabilität des Fahrverhaltens gewählt wird, wenn das Fahrzeug mit hoher Geschwindigkeit fährt.

Derartige herkömmliche Differentialgetriebeeinheiten mit Schlupfbegrenzung und derartige herkömmliche Aufhängungssysteme mit einstellbarer Federungscharakteristik können zu einem verbesserten Fahrverhalten des Fahrzeugs führen, wenn sie getrennt voneinander betrachtet werden. Beispielsweise ist die Differentialgetriebeeinheit mit Schlupfbegrenzung in der Lage, ein höheres Antriebsdrehmoment auf das stärker belastete Rad zu übertragen, indem der Schlupf des geringer belasteten Rades begrenzt wird. Durch das einstellbare Aufhängungssystem kann sowohl der Fahrkomfort verbessert als auch die Stabilität des Fahrverhaltens gesteigert werden, wie oben ausgeführt wurde. Wenn jedoch die oben beschriebene Differentialgetriebeeinheit mit Schlupfbegrenzung und das einstellbare Aufhängungssystem gleichzeitig an demselben Fahrzeug verwirklicht würden, so ergäben sich Probleme aus der gegenseitigen Beeinflussung der Betriebsarten dieser beiden Systeme. Insbesondere wird durch die Einstellung der Aufhängungscharakteristik nicht nur das Verhalten des Fahrzeugaufbaus, sondern auch der Lastzustand der Räder verändert, so daß sich Änderungen in dem erforderlichen Antriebsdrehmoment ergeben. Wenn beispielsweise eine weichere Federungscharakteristik gewählt wird, wird die Schlupfbegrenzung durch die Differentialgetriebeeinheit tendenziell zu groß, so daß sich ein zu rasches Ansprechverhalten des Fahrzeugs ergibt und der Fahrkomfort beeinträchtigt wird. Darüber hinaus kann die Übertragung eines übermäßig hohen Antriebsdrehmoments auf das geringer belastete Rad zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch führen. Wenn andererseits eine weichere Federungscharakteristik gewählt wird, tritt die schlupfbegrenzende Wirkung mit einer gewissen Verzögerung nach einer Rollbewegung des Fahrzeugs auf. Dies führt zu einer abrupten Änderung des Fahrverhaltens, durch die die Steuerbarkeit

des Fahrzeugs beeinträchtigt wird. Wenn die weichere Federungscharakteristik eingestellt ist, mag zwar der gesamte Rollwinkel des Fahrzeugs relativ groß sein, die Verlagerung des Schwerpunkts des Fahrzeugs ist jedoch nur mäßig. Der Schlupf des inneren Rades tritt daher mit einer gewissen Verzögerung nach dem Einsetzen der Rollbewegung des Fahrzeugs auf. Da die Schlupfbegrenzung durch den Schlupfbegrenzungsmechanismus der Differentialgetriebeeinheit erst bei Auftreten des Schlupfes an dem Rad wirksam wird, entspricht die Verzögerung der Schlupfbegrenzung der Verzögerung des Eintretens des Radschlupfes nach dem Einsetzen der Rollbewegung des Fahrzeugs.

Wenn andererseits eine härtere Federungscharakteristik bei Fahrten mit hoher Fahrzeuggeschwindigkeit eingestellt ist, besteht die Gefahr eines Querschlupfes oder Ausbrechen des Fahrzeughecks, wenn die Schlupfbegrenzung nicht ausreichend ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Schlupfbegrenzung anzugeben, durch die die oben beschriebenen Probleme vermieden werden, wenn das Differentialgetriebe mit Schlupfbegrenzung in Kombination mit einer Fahrzeugaufhängung mit einstellbarer Aufhängungscharakteristik verwendet wird.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ergibt sich im einzelnen aus den unabhängigen Patentansprüchen 1 und 4.

Erfindungsgemäß ist die Schlupfbegrenzungseinrichtung der Differentialgetriebeeinheit in Abhängigkeit vom Zustand des Aufhängungssystems des Fahrzeugs steuerbar.

Erfindungsgemäß ist eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Schlupfbegrenzungseinrichtung der Differentialgetriebeeinheit vorgesehen. Die Steuereinrichtung ist mit einem Steuersystem für die Fahrzeugaufhängung verbunden und nimmt von dem Steuersystem für die Fahrzeugaufhängung ein für die Aufhängungscharakteristik repräsentatives Signal auf und erzeugt in Abhängigkeit von diesem Signal ein Steuersignal zur gezielten Steuerung der Schlupfbegrenzungseinrichtung.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

Die steuerbare Schlupfbegrenzungseinrichtung wird bevorzugt durch eine hydraulisch betätigbare Reibungskupplung und ein Drucksteuerventil gebildet, das den hydraulischen Druck zur Betätigung der Reibungskupplung steuert.

Im folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Differentialgetriebeeinheit mit Schlupfbegrenzung in Verbindung mit einem Federungssteuersystem;

Fig. 2 einen Schnitt durch die Differentialgetriebeeinheit gemäß Fig. 1;

Fig. 3 einen vergrößerten Teilschnitt durch die Differentialgetriebeeinheit gemäß Fig. 2;

Fig. 4 ein Blockdiagramm eines Steuersystems für die Differentialgetriebeeinheit gemäß Fig. 2;

Fig. 5 (A) und 5 (B) Tabellen für Steuersignale in Abhängigkeit von der Winkelstellung der Drosselklappe und der Fahrzeuggeschwindigkeit; und

Fig. 6 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung eines mit der Steuereinheit gemäß Fig. 4 ausgeführten Schlupfbegrenzungsverfahrens.

Das Grundprinzip eines erfindungsgemäßen Steuersystems für ein Differentialgetriebe mit Schlupfbegrenzung ist in Fig. 1 veranschaulicht. Bekanntlich wird das Antriebsdrehmoment eines nicht gezeigten Fahrzeugmotors über einen Antriebszug, der eine Differentialgetriebeeinheit 10 einschließt, auf die linken und rechten Räder 1 und 2 des Fahrzeugs übertragen. Die Differentialgetriebeeinheit 10 enthält eine Schlupfbegrenzungseinrichtung, mit der das Verteilungsverhältnis des Antriebsdrehmoments auf die linken und rechten Räder 1, 2 begrenzbar ist. Eine Schlupf-Steuereinheit 12 dient zur Steuerung der Schlupfbegrenzung in der Differentialgetriebeeinheit 10. Die Schlupf-Steuereinheit 12 ist mit einem Differential-Steuergerät 20 verbunden. Das Differential-Steuergerät 20 dient zur Einstellung der Schlupfbegrenzung in der Differentialgetriebeeinheit 10 auf der Grundlage vorgegebener Differential-Steuerparameter.

Das Steuergerät 20 nimmt als einen der vorgegebenen Differential-Steuerparameter den Betriebsmodus einer einstellbaren Fahrzeugaufhängung oder -federung 30 auf, so daß die Schlupfbegrenzung an den jeweiligen Betriebszustand der einstellbaren Fahrzeugfederung angepaßt wird. Das Steuergerät 20 liefert ein Differential-Steuersignal zur Verringerung der Schlupfbegrenzung, wenn die einstellbare Fahrzeugfederung auf eine weiche Federungscharakteristik eingestellt ist. Bei einer harten Federungscharakteristik erzeugt das Steuergerät 20 dagegen ein Differential-Steuersignal zur Erhöhung der Schlupfbegrenzung.

Unter dem Begriff "Schlupfbegrenzung" im Sinne dieser Anmeldung ist eine Begrenzung der Differenz der Antriebsdrehmomentverteilung auf die linken und rechten Räder zu verstehen. Eine "geringe Schlupfbegrenzung" bedeutet eine weniger einschneidende Begrenzung der Differenz der Antriebsdrehmomentverteilung, d.h., es wird eine größere Differenz zugelassen. Bei "starker Schlupfbegrenzung" ist die Differenz der Antriebsdrehmomentverteilung stärker beschränkt, so daß nur eine geringere Differenz zugelassen wird. Wenn die Differentialgetriebeeinheit mit Schlupfbegrenzung im Zustand "geringe Schlupfbegrenzung" arbeitet, ist das auf das weniger belastete Rad übertragene Antriebsdrehmoment kleiner als bei dem Betrieb unter starker Schlupfbegrenzung.

Die Einzelheiten des Steuersystems für die Differentialgetriebeeinheit mit Schlupfbegrenzung sollen nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 bis 6 näher erläutert werden.

Fig. 2 zeigt den Aufbau der erfindungsgemäßen Differentialgetriebeeinheit mit Schlupfbegrenzung einschließlich der Steuereinheit 12. Die Differentialgetriebeeinheit 10 umfaßt allgemein ein Differentialgetriebe 102, eine Mehrplatten-Reibungskupplung 104, 104' die im wesentlichen die Schlupf-Steuereinheit 12 bildet, eine Druckquelle 106 für Arbeitsfluid sowie das Differential-Steuergerät 20. Bei unterschiedlicher Lastverteilung auf die linken und rechten Räder ermöglicht das Differentialgetriebe 102 bekanntlich eine Drehung der linken und rechten Räder 1, 2 mit unterschiedlicher Drehzahl. Wenn dagegen die Last gleichmäßig auf die linken und rechten Räder verteilt ist, bewirkt das Differentialgetriebe 102 eine gleichmäßige Verteilung des Antriebsdrehmoments auf die Räder, so daß beide Räder sich mit gleicher Drehzahl drehen.

Das Differentialgetriebe 102 ist in einem Gehäuse 108 untergebracht, das mit Hilfe von Gewindestiften 110 fest am nicht gezeigten Fahrzeugaufbau montiert ist.

Das Differentialgetriebe 102 weist eine an sich bekannte Konstruktion auf und umfaßt ein Ringzahnrad oder Tellerrad 112, einen Differentialkorb 114, eine Zwischenwelle 116, ein Zwischenrad 118 und Abtriebszahnräder 120, 122. Der Differentialkorb 114 ist mit Hilfe von Kegelrollenlagern 124 und 126 drehbar in dem Gehäuse 108 gelagert. Das Tellerrad 112 ist an dem Differentialkorb 114 befestigt und kämmt mit einem Antriebsritzel 128, das fest auf einer Kardanwelle 129 montiert ist. Die Kardanwelle 129 ist Teil eines Antriebszuges zur Übertragung des Ausgangsdrehmoments eines nicht gezeigten Schaltgetriebes auf das Differentialgetriebe 102. Die Kardanwelle 129 bildet somit die Eingangswelle der Differentialgetriebeeinheit 10. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Abtriebszahnrad 120 an einer Radantriebswelle 130 für das linke Rad 1 befestigt. In ähnlicher Weise ist das Abtriebszahnrad 122 an einer Radantriebswelle 132 für das rechte Rad 2 befestigt. Die Radantriebswellen 130 und 132 bilden die Ausgangswellen der Differentialgetriebeeinheit 10.

Die Mehrplatten-Reibungskupplung 104, 104' ist zwischen der die Eingangswelle bildenden Kardanwelle 129 und den als Ausgangswellen dienenden Radantriebswellen 130 und 132 angeordnet. Der Eingriffsdruck der Reibungskupplung 104 wird durch eine externe hydraulische Drucksteuerschaltung gesteuert. Das schlupfbegrenzende Drehmoment der Differentialgetriebeeinheit 10 ist in Abhängigkeit von dem auf die Reibungskupplung ausgeübten Eingriffsdruck einstellbar. Die Reibungskupplung 104, 104' ist in dem Differentialkorb 114 untergebracht und umfaßt eine linke Kupplung 134 und eine rechte Kupplung 136. Die linken und rechten Kupplungen 134, 136 umfassen Druckringe 138 bzw. 140, Gegendruckplatten 142 bzw. 144, Schublager 146 bzw. 148 und Abstandshalter 150 bzw. 152. Die Reibungskupplung weist ferner eine Schubstange 154, einen Druckkolben 156, eine Druckkammer 158 und einen Anschluß 160 auf. Die linken und rechten Kupplungen 134, 136 enthalten jeweils Reibplatten 162 bzw. 164, die mit der Kardanwelle 124 drehbar sind, und Reibscheiben 166 bzw. 168, die mit dem Abtriebszahnrad 120 bzw. 122 drehbar sind. Die Druckringe 138 und 140 und die Gegendruckplatten 142 und 144 sind jeweils an den axialen Enden der Kupplungen 134 und 136 angeordnet. Die Druckringe 138 und 140 sind mit der Zwischenwelle 116 verbunden. Wie in Fig. 3 zu erkennen ist, weisen die Endabschnitte 170 der Zwischenwelle 116 einen im wesentlichen quadratischen Querschnitt auf, während in den Enden der Druckringe 138 und 140 entsprechend angepaßte quadratische Öffnungen 172 ausgebildet sind. Durch diese Konstruktion wird verhindert, daß eine Schubkraft erzeugt wird und die Einstellung des Eingriffsdruckes der Reibungskupplung 104, 104' verfälscht.

Der Druckkolben 156 weist eine der Druckkammer 158 zugewandte Oberfläche auf, die dem in dieser Druckkammer herrschenden Arbeitsfluiddruck ausgesetzt ist. Der Fluiddruck gelangt über den Anschluß 160 in die Druckkammer 158. Der Druckkolben 156 wird in Abhängigkeit von dem in der Druckkammer herrschenden Fluiddruck verschoben, so daß der Eingriffsdruck der linken und rechten Kupplungen 134 und 136 entsprechend dem Fluiddruck eingestellt wird. Der durch den Druckkolben 156 ausgeübte Eingriffsdruck wird über die Schubstange 154, den Abstandshalter 150 und das Schublager 146 auf die Gegendruckplatte 142 übertragen. Auf diese Weise werden die Reibplatten 162 und die Reibscheiben 166 miteinander in Reibeingriff ge-

bracht. Der Druckring 138 dient zur Erzeugung einer dem Eingriffsdruck des Druckkolbens 156 entgegenwirkenden Gegenkraft. Andererseits wird der Eingriffsdruck weiter übertragen, so daß ein Reibeingriff zwischen den Reibplatten 164 und den Reibscheiben 168 hergestellt wird. Bezüglich dieser Reibplatten und Reibscheiben wird die Gegenkraft durch die Umfangswand des Gehäuses 108 ausgeübt.

Gemäß Fig. 4 umfaßt die Druckquelle 106 eine Druckpumpe 176, einen Pumpenmotor 174, eine Druckleitung 178, eine Drainleitung 180 und eine Steuerdruckleitung 184. Zwischen der Druckleitung 178 und der Steuerdruckleitung 184 ist ein elektromagnetisches Proportional-Druckreduzierventil 186 angeordnet. Die Drainleitung 180 verbindet das Druckreduzierventil 186 mit der Druckpumpe 176, so daß überschüssiger Fluiddruck zur Pumpe zurückgeleitet wird.

Der Pumpenmotor 174 wird durch ein Motor-Steuergerät *m* des Differential-Steuergeräts 20 angesteuert. Der Pumpenmotor 174 wird angetrieben, während die Differentialgetriebeeinheit 10 mit Schlupfbegrenzung in Betrieb ist, um die Anteile des Antriebsdrehmoments zu verteilen, oder wenn ein Fahrzustand des Fahrzeugs festgestellt wird, in dem eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, daß ein Differentialbetrieb erforderlich ist. Wenn dagegen ein Fahrzustand des Fahrzeugs festgestellt wird, in welchem kein Erfordernis für den Differentialbetrieb besteht, beispielsweise im Ruhezustand des Fahrzeugs, so bleibt der Pumpenmotor 174 abgeschaltet. Das Motor-Steuersignal *m* des Steuergeräts 20 dient zum Ein- und Ausschalten des Pumpenmotors 174.

Das Druckreduzierventil 186 ist ebenfalls mit dem Steuergerät 20 verbunden und nimmt von diesem ein Steuersignal *i* auf. Das Drucksteuersignal *i* ist ein Stromsignal, dessen Stromstärke *I* entsprechend dem gewünschten, von dem Steuergerät 20 ermittelten Eingriffsdruck der Kupplung variabel ist. Das Druckreduzierventil 186 regelt den über die Steuerdruckleitung 184 weitergeleiteten Arbeitsfluiddruck und erhöht den Steuerdruck proportional zur Zunahme des Stromes *I* des Steuersignals *i*. Zur Einstellung des Fluiddruckes der Steuerdruckleitung 184 ist in dem Druckreduzierventil 186 ein Stellglied 182 vorgesehen, das die Ventilstellung entsprechend dem Drucksteuersignal *i* festlegt. Auf diese Weise wird der Druckkammer 158 der Differentialgetriebeeinheit 10 über die Steuerdruckleitung 184 und den Anschluß 160 ein geregelter Druck zugeführt.

Die Beziehung zwischen dem durch das Druckreduzierventil 186 übermittelten Steuerdruck *P* und dem schlupfbegrenzenden Drehmoment *T*, das durch die Mehrplatten-Reibungskupplung 104, 104' erzeugt wird, wird durch die folgende Formel angegeben:

$$T \propto P \times \mu \times n \times r \times A$$

wobei μ der Reibungskoeffizient zwischen den Reibplatten und Reibscheiben,
n die Anzahl von Reibscheiben- und Reibplatten-Paaren,
r der mittlere Radius der Kupplung und
A die druckbeaufschlagte Fläche der Kupplung ist.

Wie aus der obigen Beziehung hervorgeht, ändert sich das durch die Reibungskupplung 104, 104' zu erzeugende schlupfbegrenzende Drehmoment *T* proportional zu dem Steuerdruck am Ausgang des Druckreduzierventils 186.

Das Steuergerät zur Ansteuerung des Druckreduzier-

ventils 186 umfaßt allgemein einen Mikroprozessor mit einer Eingangsschaltung 202, einer Zentraleinheit 204, einem RAM-Speicher 206, einem ROM-Speicher 208 und einer Ausgangsschaltung 210. Darüber hinaus weist der das Differential-Steuergerät 20 bildende Mikroprozessor einen Taktgenerator 212 zur Erzeugung von Taktimpulsen auf. Die Eingangsschaltung 202 des Steuergeräts 20 ist mit einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 214 und einem Gaspedal-Winkelsensor 216 verbunden. Die Eingangsschaltung 202 ist ferner mit einer Federungs-Steuereinheit 302 des zuvor erwähnten einstellbaren Aufhängungssystems 30 verbunden.

Wie aus Fig. 4 hervorgeht, umfaßt das einstellbare Aufhängungssystem 30 variable Stoßdämpfer 304, die jeweils ein Stellglied 306 aufweisen. Die Stellglieder 306 der variablen Stoßdämpfer 304 werden durch ein von der Federungs-Steuereinheit 302 erzeugtes Federungs-Steuersignal angesteuert. Die Dämpfungsscharakteristik des variablen Stoßdämpfers 304 ist mit Hilfe des Stellglieds 306 wenigstens zwischen einer Dämpfungsscharakteristik "hart" und einer Dämpfungsscharakteristik "weich" umschaltbar. Die Federungs-Steuereinheit 302 erzeugt das Federungs-Steuersignal auf der Grundlage vorgewählter Federungs-Steuerparameter wie etwa der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Beschleunigung und Verzögerung des Fahrzeugs, dem Rollwinkel des Fahrzeugs, der Fahrbahnunebenheit und dergleichen. Die Erzeugung des Federungs-Steuersignals wird beispielsweise in dem US-Patent 46 00 215 vom 15. Juli 1986 und den europäischen Patentanmeldungen 01 35 902, 01 45 013, 01 51 421 näher beschrieben. Auf den Inhalt dieser Druckschriften wird hiermit Bezug genommen.

Das einstellbare Aufhängungssystem kann ferner einen von Hand betätigbaren Betriebsart-Wählschalter 308 zum Umschalten der Betriebsart oder Dämpfungsscharakteristik zwischen "hart" und "weich" aufweisen. Der Wählschalter 308 kann ferner eine Automatik-Stellung für die automatische Wahl der Dämpfungsscharakteristik aufweisen. Die Federungs-Steuereinheit 302 erzeugt das Federungs-Steuersignal, das die jeweils gewünschte Betriebsart oder Dämpfungsscharakteristik angibt.

In dem ROM-Speicher 208 ist ein Differential-Steuerprogramm gespeichert, das nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 6 näher erläutert werden soll. Die Zentraleinheit 204 führt das in dem ROM-Speicher 208 abgelegte Steuerprogramm aus und nimmt dabei ein für die Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentatives Signal *v* des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 214, ein für die Stellung des Gaspedals repräsentatives Signal *a* des Gaspedal-Winkelsensors 216 und ein für das Federungsverhalten repräsentatives Signal *s* der Federungs-Steuereinheit auf. Als Signal *s*, das für das Federungsverhalten der Dämpfungsscharakteristik repräsentativ ist, kann beispielsweise das von der Federungs-Steuereinheit erzeugte Federungs-Steuersignal verwendet werden.

Sofern das einstellbare Aufhängungssystem 30 keine Automatik-Betriebsart zur automatischen Auswahl des Federungsverhaltens aufweist und lediglich eine manuelle Wahl des Federungsverhaltens mit Hilfe des Wählschalters 308 gestattet, kann als Signal *s* auch das Wählsignal des Wählschalters 308 verwendet werden. Der Gaspedal-Winkelsensor 216 kann auch durch einen Drosselklappen-Winkelsensor zur Abtastung der Winkelstellung der Drosselklappe ersetzt werden.

Die Einstellung der Schlupfbegrenzung erfolgt bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel der Erfindung

allgemein auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Winkelstellung des Gaspedals anhand einer gespeicherten Tabelle. In dem ROM-Speicher 208 ist eine matrixartige Tabelle gespeichert, die die Schlupfbegrenzung in Abhängigkeit von dem für die Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentativen Signal v und von dem für die Winkelstellung des Gaspedals repräsentativen Signal a angibt. Eine Veränderung der Differential-Steuercharakteristik in Abhängigkeit von dem für die Dämpfungscharakteristik oder den Betriebszustand des Fahrzeug-Aufhängungssystems repräsentativen Signal s wird dadurch ermöglicht, daß die in dem ROM-Speicher 208 gespeicherte Tabelle in zwei Tabellen M_1 (Fig. 5A) und M_2 (Fig. 5B) aufgeteilt ist. Bei weicher Dämpfungscharakteristik wird die erste Tabelle M_1 verwendet, während bei harter Dämpfungscharakteristik die zweite Tabelle M_2 zugrunde gelegt wird. Wie aus Figuren 5A und 5B hervorgeht, ist für den Steuerstrom I des Differential-Steuersignals in der ersten Tabelle M_1 ein kleinerer Wert als in der zweiten Tabelle M_2 vorgesehen. Wie bereits erwähnt wurde, ändert sich der Eingriffsdruck der Reibungskupplung 104 proportional zu dem Steuerstrom I , und die Stärke der Schlupfbegrenzung nimmt mit zunehmendem Eingriffsdruck zu.

Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm des durch die Zentraleinheit 204 des Steuergerätes 20 durchgeführten Differential-Steuerprogramms. Das in Fig. 6 gezeigte Programm wird beispielsweise jeweils nach Ablauf eines bestimmten Zeitintervalls, beispielsweise alle 10 oder 20 Sekunden aufgerufen. Sobald das Programm aufgerufen wird, wird der Signalwert V des für die Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentativen Signals, der Signalwert A des für die Winkelstellung des Gaspedals repräsentativen Signals und der Signalwert S des für die Dämpfungscharakteristik repräsentativen Signals in Schritt 1002 gelesen. Anschließend wird in Schritt 1004 der Signalwert S des für den Zustand der Federung repräsentativen Signals daraufhin überprüft, ob eine harte Dämpfungscharakteristik eingestellt ist oder nicht. Im beschriebenen Ausführungsbeispiel, bei dem die Fahrzeugaufhängung nur zwischen zwei verschiedenen Dämpfungscharakteristiken umstellbar ist, handelt es sich bei dem Signal s um ein logisches Signal mit nur zwei verschiedenen Signalwerten.

Wenn in Schritt 1004 eine harte Dämpfungscharakteristik festgestellt wird, so erfolgt in Schritt 1006 ein Zugriff auf die Tabelle M_2 in dem ROM-Speicher 208. In Schritt 1008 wird aus dieser Tabelle der zu dem jeweiligen Wertepaar V, A gehörende Wert des Differential-Steuersignals ausgelesen.

Anschließend wird in Schritt 1010 das Steuersignal mit dem in Schritt 1008 ermittelten Signalwert ausgegeben, so daß der Eingriffsdruck der Reibungskupplung 104 und somit die Verteilung des Antriebsdrehmoments entsprechend eingestellt wird.

Wenn in Schritt 1004 festgestellt wird, daß das Aufhängungssystem des Fahrzeugs auf eine weiche Dämpfungscharakteristik eingestellt ist, so erfolgt in Schritt 1012 ein Zugriff auf die erste Tabelle M_1 des ROM-Speichers 208. In Schritt 1014 wird der zu dem jeweiligen Wertepaar V, A gehörende Signalwert für das Differential-Steuersignal gelesen, und in Schritt 1016 wird das entsprechende Steuersignal zur Einstellung des Eingriffsdruckes der Reibungskupplung 104 und somit zur Einstellung der Verteilung des Antriebsdrehmoments ausgegeben.

Die Erfindung ist nicht auf Aufhängungs- oder Federungssysteme beschränkt, die nur eine Umschaltung

zwischen zwei verschiedenen Federungscharakteristiken gestatten. Vielmehr ist die Erfindung auch für Differentialgetriebe mit Schlupfbegrenzung in Kombination mit mehrstufig einstellbaren Aufhängungssystemen anwendbar. Im letzteren Fall wird eine größere Anzahl von Tabellen entsprechend der Anzahl der unterschiedlichen Betriebsarten des Federungssystems gespeichert, so daß die Differential-Steuercharakteristik an die jeweils eingestellte Betriebsart des Federungssystems angepaßt werden kann.

Die Erfindung ist auch für Schlupfbegrenzungs-Steuersysteme für Differentialgetriebeeinheiten anwendbar, wie sie in den japanischen Patentanmeldungen 59-187 780, 59-187 781, 60-191 270, 60-157 837 und dergleichen beschrieben wird. Auf die oben genannten Veröffentlichungen wird hiermit zur Ergänzung der Offenbarung Bezug genommen.

Der Arbeitsfluiddruck in der Druckkammer kann auch mit Hilfe anderer geeigneter Einrichtungen gesteuert werden, indem das Druckreduzierventil 186 durch andere geeignete Geräte zur Einstellung des Fluiddruckes ersetzt wird.

Zum Beispiel kann die Fluiddruckzufuhr zu der Druckkammer wahlweise auch mit Hilfe eines Ventils mit einem elektromagnetischen Stellglied betätigt werden, dessen Öffnungs- und Schließzeiten durch das Tastverhältnis des Steuersignals festgelegt werden.

- Leerseite -

FIG. 1

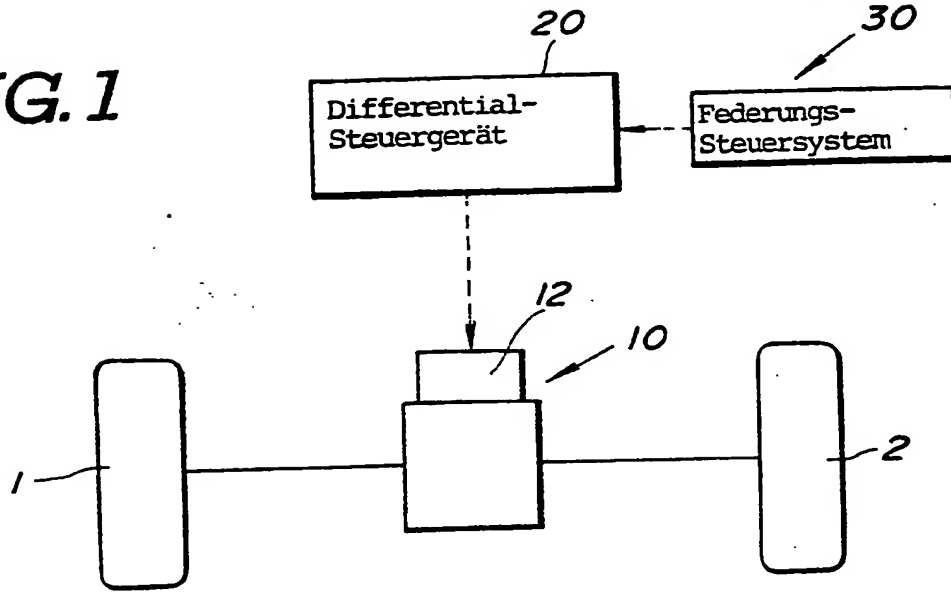


FIG. 5

(a) $S = 0$ M_1

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| A | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 0 | | | | V |

(b) $S = 1$ M_2

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| A | 2 | 3 | 3 | 3 |
| | 2 | 2 | 3 | 3 |
| | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | | | | V |

FIG. 6

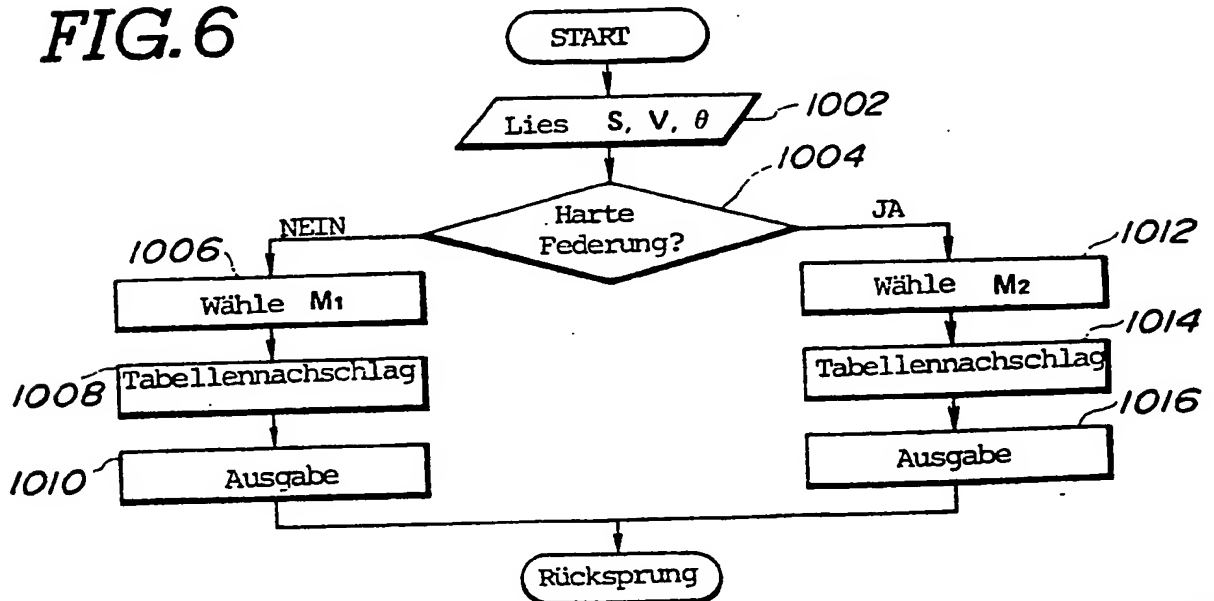
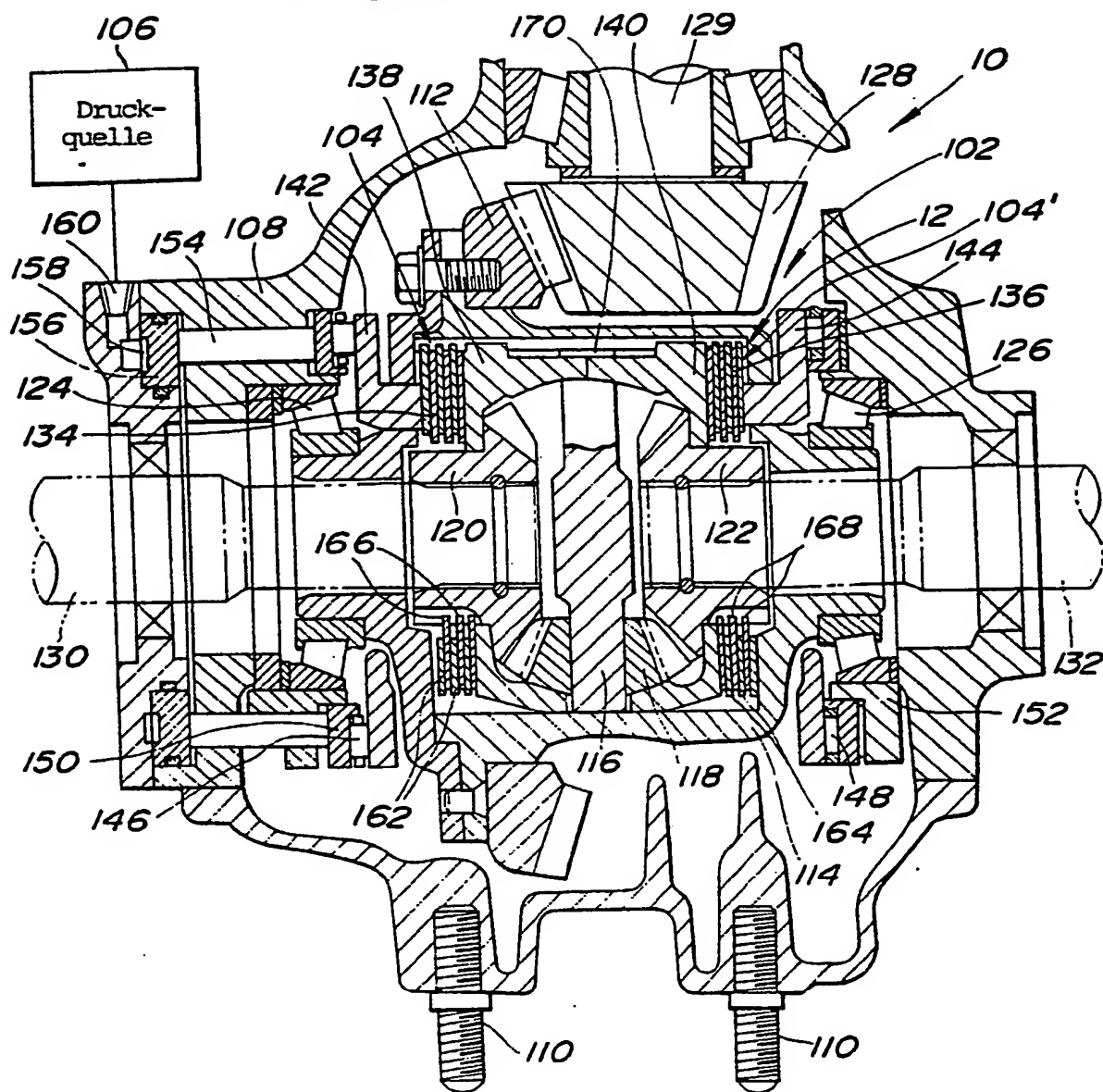
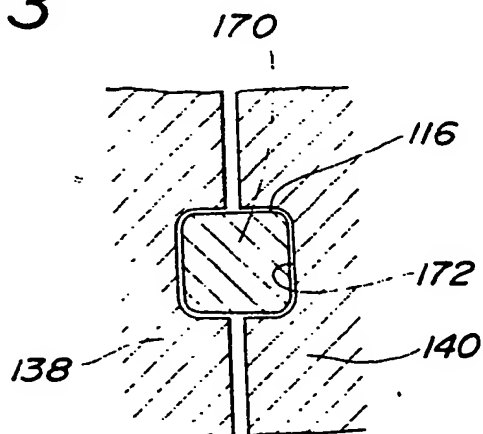
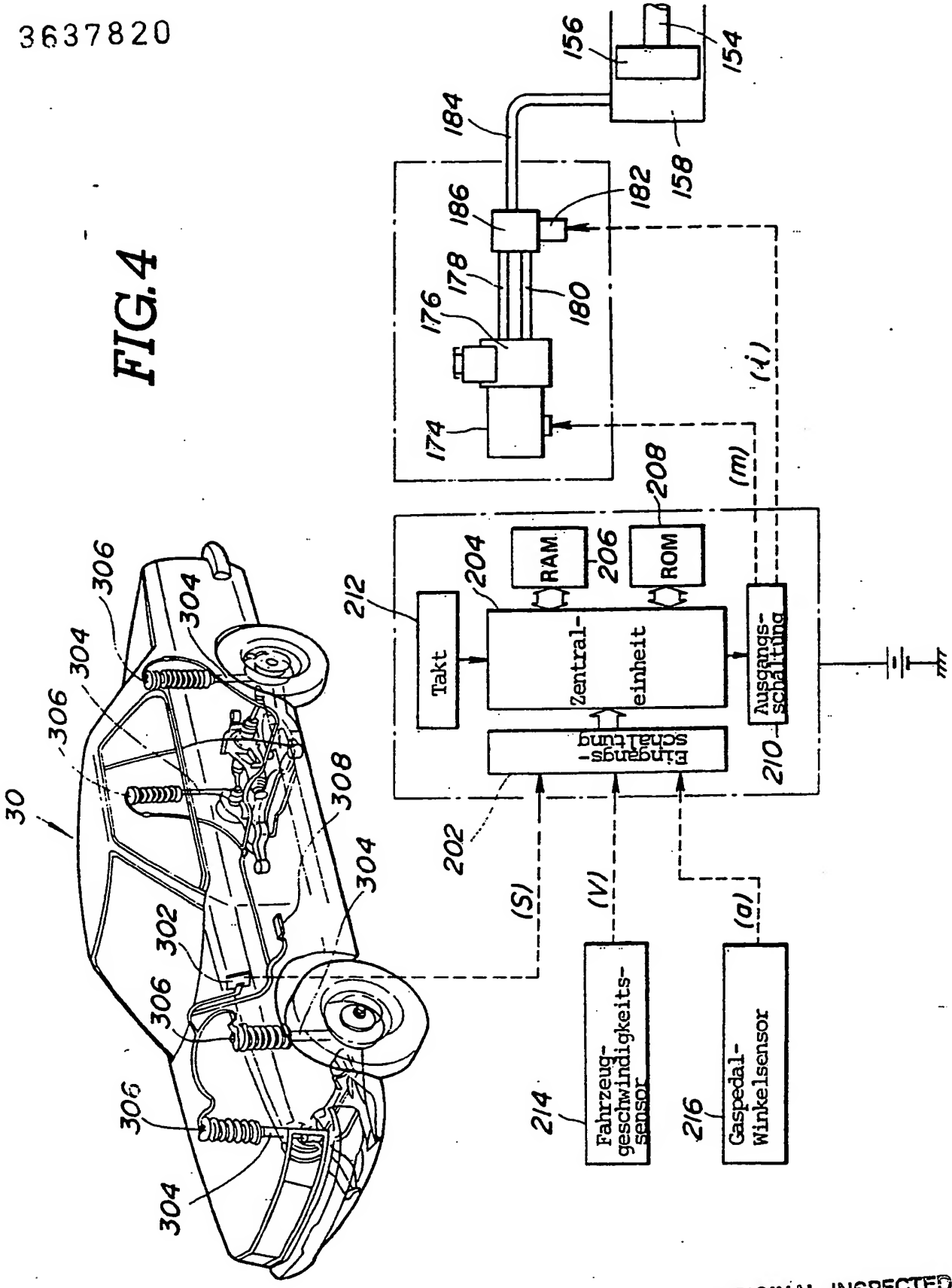


FIG.2**FIG.3**

3637820

FIG. 4



ORIGINAL INSPECTED